PIEZOELECTRIC RESONANCE ELEMENT AND ELECTRONIC APPLIANCE

Patent Number:

JP2001168674

Publication date:

2001-06-22

Inventor(s):

KITAMURA HIDEKAZU; INOUE KAZUHIRO; TAKEUCHI MASAKI

Applicant(s):

MURATA MFG CO LTD

Requested Patent:

☐ JP2001168674

Application Number: JP19990350585 19991209

Priority Number(s):

IPC Classification:

H03H9/17

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric thin film resonator which is stable in the temperature characteristic of a resonance frequency and is also excellent in anti-resonance characteristic. SOLUTION: A quartz substrate 22 is etched from the side of a rear surface to form a cavity 24 on the rear surface of the substrate 22 and a thin film supporting part 23 consisting of a part of the substrate 22 is formed on its upper surface. A piezoelectric element part 27 consisting of a piezoelectric thin film 25 consisting of PZT, an exciting electrode 26a on the lower surface of the film 25 and an exciting electrode 26b on the upper surface of the film 25 is formed on the upper surface of the part 23.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号

特開2001-168674

(P2001-168674A) (43)公開日 平成13年6月22日(2001.6.22)

(51) Int. Cl. 7 H03H

9/17

識別記号

FΙ

9/17 нозн

テーマコード(参考)

F 5J108

審査請求 未請求 請求項の数5

OL

(全6頁)

(21)出願番号

特願平11-350585

(71)出願人 000006231

(22) 出願日

平成11年12月9日 (1999.12.9)

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 北村 英一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72)発明者 井上 和裕

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74)代理人 100094019

弁理士 中野 雅房

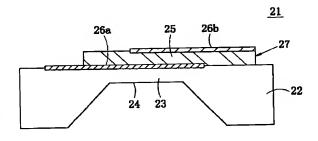
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧電共振子及び電子機器

(57)【要約】

【課題】 共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振 特性も良好な圧電薄膜共振子を提供することにある。

【解決手段】 水晶基板22を裏面側からエッチングす ることによって水晶基板22の裏面に空洞24を形成 し、その上面に水晶基板22の一部からなる薄膜支持部 23を形成する。薄膜支持部23の上面には、PZTか らなる圧電薄膜25と圧電薄膜25下面の励振用電極2 6 a と圧電薄膜 2 5 上面の励振用電極 2 6 b とからなる 圧電素子部27を形成する。



10

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板 の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板 の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に1 層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素子 部を設けた圧電共振子であって、

前記圧電体層のうち少なくとも1層における弾性定数の 温度係数の正負符号が、前記薄膜部分における弾性定数 の温度係数の正負符号と異なっていることを特徴とする 圧電共振子。

【請求項2】 前記基板は、水晶、LiNbOs、Li TaOs、PbTiOs、PZTのうちいずれかを主成 分とするものであることを特徴とする、請求項1に記載 の圧電共振子。

【請求項3】 弾性定数の温度係数が負である圧電体層 は、ZnO、LiNbOs、LiTaOs、PbZrx Ti (1-x) Os $[0 \le x \le 0.52]$ on ftho 圧電材料を主成分として構成されていることを特徴とす る、請求項1又は2に記載の圧電共振子。

は、AlN、PbZrxTi (1-x) Оз (0.54 ≦x≦1]を主成分として構成されていることを特徴と する、請求項1又は2に記載の圧電共振子。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記 載の圧電共振子を用いて構成したことを特徴とする電子

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は圧電共振子及び電子 機器に関し、特に、圧電体層の弾性振動を利用した圧電 30 共振子と当該圧電共振子を利用した電子機器に関する。

[0002]

【従来の技術】圧電基板の厚み振動を利用した圧電薄膜 共振子の共振周波数は、圧電基板の厚さに反比例し、超 高周波領域では圧電基板を極めて薄く加工する必要があ る。しかし、圧電基板自体の厚さを薄くするのは、その 機械的強度や取り扱い上の制限などから、基本モードで は数100MHzが実用上の高周波限界とされてきた。 このような問題を解決するため、従来より圧電薄膜共振 子が提案されており、フィルタや共振器として提案され 40 ている。

【0003】図1は高周波特性を伸ばせるようにした圧 電薄膜共振子1を示す断面図であって、微細加工法を用 いてSi基板2を部分的にエッチングすることにより、 Sì基板2の一部に数μm以下の厚さの薄膜支持部3を 形成し、その上に一対の励振用電極5a,5bを有する ZnO圧電薄膜4を設けたものである。

【0004】また、図2に示す圧電薄膜共振子6では、 Si基板2の表面に熱酸化等によってSiOz薄膜7を 形成し、Si基板2を部分的にエッチングすることによ 50 1層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素

ってSi〇₂薄膜7で薄膜支持部3を形成し、その上に 励振用電極5a, 5bを両面に有するZnO圧電薄膜4 を設けている。

【0005】図1及び図2のような圧電薄膜共振子1、 6では、薄膜支持部3は微細加工技術を用いて薄くする ことができ、圧電薄膜4もスパッタリング等によって薄 く形成することができるので、数100MHz~数10 0 0MHzまで高周波特性を延ばすことができる可能性 がある。

【0006】また、ZnOの弾性定数の温度係数(TC F) は約-70ppm/℃、Siの弾性定数の温度係数は 約-30ppm/℃であって、ZnOとSiでは弾性定数 の温度係数がいずれも負の値をもつので、ZnOからな る圧電薄膜4と5iからなる薄膜支持部3との組み合わ せを有する図1の圧電薄膜共振子1では、基本モードに おける共振周波数の温度特性が悪くなる恐れがある。こ れに対し、ZnOの弾性定数の温度係数は約-70ppm /℃、SiOzの弾性定数の温度係数は約+100ppm **/℃であって、2nOとSiOzでは弾性定数の温度係** 【請求項4】 弾性定数の温度係数が正である圧電体層 20 数の符号が異なるので、図2の圧電薄膜共振子では、Z nOからなる圧電薄膜4の膜厚とSiOaからなる薄膜 支持部3の膜厚との比をある適当な値(概略で、2: 1) に設定することにより、基本モードにおける共振周 波数の温度係数を小さくし、共振周波数の温度特性を安 定にすることができる(特開昭58-121817号公

[0007]

報)。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図1の ような構造の圧電薄膜共振子では、半導体であるSi基 板を用いているため、励振用電極とS i 基板との間の浮 遊容量及びSi基板自体を経由して励振用電極間で高周 波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないと いう問題があった。

【0008】また、図2のような構造の圧電薄膜共振子 でも、半導体であるシリコン基板を用いているので、励 振用電極とシリコン基板との間の浮遊容量、Si基板及 びSi基板と励振用電極との間の浮遊容量を経由して励 振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特 性が得られないという問題があった。

【000.9】本発明は上述の技術的問題点を解決するた めになされたものであり、その目的とするところは、共 振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な 圧電薄膜による圧電共振子及び電子機器を提供すること にある。

[0010]

【課題を解決するための手段とその作用】本発明にかか る圧電共振子は、絶縁材料もしくは圧電材料からなる基 板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基 板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に

子部を設けた圧電共振子であって、前記圧電体層のうち 少なくとも1層における弾性定数の温度係数の正負符号 が、前記薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符 号と異なっていることを特徴としている。

【0011】本発明にかかる圧電共振子にあっては、圧電体層のうち少なくとも1層における弾性定数の温度係数の正負符号が、薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符号と異なっているので、圧電共振子全体としての弾性定数の温度係数を小さくすることができる。しかも、基板が絶縁材料もしくは圧電材料からなるので、圧10電素子部の電極間で高周波信号が漏れるのを防止でき、強い反共振特性を得ることができる。

【0012】さらに、基板の薄膜部は裏面側から基板をエッチングすることによって形成されているので、薄膜部を基板に接合させたりする方法に比較して容易に薄膜部を形成することができ、コストダウンを図ることができる。

【0013】例えば、基板の材料としては、水晶、Li NbOa、LiTaOa、PbTiOa、PZTのうち いずれかを主成分とするものを用いることができる。

【0014】また、弾性定数の温度係数が負である圧電体層としては、ZnO、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、 $PbZr_xTi_{(2-x)}O_3$ $[0 \le x \le 0.52]$ のいずれかの圧電材料を主成分とするものを用いることができ、主としてこれらの圧電体層を用いる場合には、弾性定数の温度係数が正の基板を用いればよい。

【0015】また、弾性定数の温度係数が正である圧電体層としては、AIN、 $PbZr_xTi_{(1-x)}Os$ [$0.54 \le x \le 1$]を主成分とするものを用いることができ、主としてこれらの圧電体層を用いる場合には、弾性定数の温度係数が負の基板を用いればよい。

【0016】また、本発明の圧電共振子を用いて電子機 器を構成することができる。

[0017]

【発明の実施の形態】(第1の実施形態)図3は本発明の第1の実施形態による圧電薄膜共振子21の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振子21にあっては、水晶基板22を裏面側からエッチングすることによって水晶基板22の裏面に空洞24を形成し、その上面に水晶基板22の一部からなる薄膜支持部23を形成してい 40る。薄膜支持部23の上面には、PZTからなる圧電薄膜25と圧電薄膜25下面の励振用電極26aと圧電薄膜25上面の励振用電極26bとからなる圧電素子部27が形成されている。

【0018】図4(a)~(d)及び図5(e)~ (h)は上記圧電薄膜共振子21の製造工程の概略を示す図である。まず、水晶基板22を用意し、水晶基板22の上にフォトレジスト28を塗布し、フォトリングラフィによりフォトレジスト28をパターニングして図4(a)のように下層の励振用電極パターンの開口29を あける。ついで、図4(b)に示すように、フォトレジスト28の上から電極用金属30を蒸着やスパッタ等によって堆積させた後、フォトレジスト28を剥離させることにより、図4(c)に示すように、リフトオフ法で下層の励振用電極26aを形成する。

【0019】この後、図4(d)に示すように水晶基板22の上にメタルマスク31を用いてスパッタによりPZTパターンを水晶基板22の上に堆積させ、図5(e)に示すように圧電薄膜25を形成する。

【0020】つづけて、圧電薄膜25を形成する。

22の表面にフォトレジスト32を塗布し、フォトリソグラフィによりフォトレジスト32を塗布し、フォトリソグラフィによりフォトレジスト32をパターニングして上層の励振用電極パターンの開口33をあける。ついで、図5(f)に示すように、フォトレジスト32の上から電極用金属34を蒸着やスパッタ等によって堆積させた後、フォトレジスト32を剥離させることにより、図5(g)に示すように、リフトオフ法で上層の励振用電極26bを形成する。

【0021】この後、マスクを用いてウェットエッチン 20 グあるいはリアクティブ・イオンエッチング(RIE) により水晶基板22を裏面側から部分的にエッチングす ることにより、図5(h)に示すように水晶基板22の 裏面に凹部24を形成し、その表面側に圧電薄膜25を 形成する。

【0022】このような構造の圧電薄膜共振子21にあっては、圧電薄膜25であるPZTの弾性定数の温度係数が負であるのに対し、薄膜支持部23である水晶の弾性定数の温度係数は正であるので、圧電薄膜25の膜厚と薄膜支持部23の膜厚を適当に設定すれば、圧電薄膜30 共振子21の温度係数をほぼゼロにすることができる。

【0023】また、上記のように下面側からエッチング することによって薄膜支持部23を形成しているので、 孔をあけた基板の上に同じ材質の薄板を接合させ、研磨 する方法などに比較すると、容易に薄膜支持部を得ることができる。

【0024】さらに、基板22が圧電体(絶縁体)である水晶によって形成されており、水晶の比抵抗は約10 $^{16}\Omega$ ・ $_{10}$ $^{16}\Omega$ ・ $_{10}$ 16

【0025】なお、ここでは水晶基板に対して圧電薄膜 としてPZTを用いたが、PZTに代えてLiNb Os、LiTaOs、PbTiOs等の圧電体を用いて もよい。

2の上にフォトレジスト28を塗布し、フォトリソグラ 【0026】(第2の実施形態)図6は本発明の第2のフィによりフォトレジスト28をパターニングして図4 実施形態による圧電薄膜共振子41の構造を示す断面図(a)のように下層の励振用電極パターンの開口29を 50 である。この圧電薄膜共振子41にあっては、LiNb

Osからなる基板42を裏面側からエッチングすること によって基板42の裏面に空洞44を形成し、その上面 に基板42の一部からなる薄膜支持部43を形成してい る。薄膜支持部43の上面には、AlNからなる圧電薄 膜45と圧電薄膜45下面の励振用電極46aと圧電薄 膜45上面の励振用電極46bとからなる圧電素子部4 7が形成されている。

【0027】このような構造の圧電薄膜共振子41にあ っても下面側から基板42をエッチングすることによっ を容易に得ることができる。

【0028】また、圧電薄膜45であるA1Nの弾性定 数の温度係数が正であるのに対し、薄膜支持部43であ るLiNbOaの弾性定数の温度係数は負であるので、 圧電薄膜45の膜厚と薄膜支持部43の膜厚を適当に設 定すれば、圧電薄膜共振子41の温度係数をほぼゼロに することができる。

【0029】さらに、基板が圧電体(絶縁体)であるL iNbOsによって形成されているので、両励振用電極 46a、46b間を電気的に確実に絶縁することがで き、両励振用電極46a、46b間における高周波信号 の漏れを防止でき、圧電薄膜共振子41の反共振特性を 良好にでき、反共振点における特性曲線を鋭くできる。

【0030】なお、ここでは基板としてLiNbOsを 用いたが、代わりにLiTaOs、PbTiOs等の圧 電体を用いてもよい。また、比抵抗が約10¹Ω・c m以上の絶縁体を基板として用いてもよい。

【0031】 (第3の実施形態) 図7は本発明の第3の 実施形態による圧電薄膜共振子51の構造を示す断面図 である。この圧電薄膜共振子51にあっては、水晶基板 30 である。 52を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 52の裏面に空洞54を形成し、その上面に基板52の 一部からなる薄膜支持部53を形成している。薄膜支持 部53の上面には、ZnOからなる複数層の圧電薄膜5 5と励振用電極56a、56bとが交互に積層され、各 励振用電極56aどうしを接続し、各励振用電極56b どうしも接続して圧電素子部57が形成されている。

【0032】このような構造の圧電薄膜共振子51にあ っても第1及び第2の実施形態と同様な作用効果を奏す るが、さらに、圧電薄膜55が複数層に形成されている 40 42 LiNbOュ基板 ので、共振レスポンスをさらに高くすることができる。

【0033】なお、この実施形態でも基板材料や圧電薄 膜材料は、上記実施形態で用いた材料の組み合わせを用 いることもできる。

【0034】 (第4の実施形態) 図8は本発明の第4の 実施形態による圧電薄膜共振子61の構造を示す断面図

である。この圧電薄膜共振子61にあっては、水晶基板 62を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 62の裏面に空洞64を形成し、その上面に基板62の 一部からなる薄膜支持部63を形成している。薄膜支持 部63の上面には、下層の励振用電極67a、ZnOか らなる圧電薄膜 65、A1Nからなる圧電薄膜励振用電 極66、上層の励振用電極67bとが積層されて圧電素

【0035】このような構造の圧電薄膜共振子61にあ て薄膜支持部43を形成しているので、薄膜支持部43 10 っても第1及び第2の実施形態と同様な作用効果を奏す る。また、この実施形態は、複数材質の圧電薄膜65、 66を積層した点を特徴としており、ZnOの弾性定数 の温度係数は負、AlNの弾性定数の温度係数は正、水 晶の弾性定数の温度係数が正であるので、圧電薄膜共振 子61の共振周波数の温度係数をゼロにするためのパラ メータが増加して設計が容易になる。

> 【0036】なお、この実施形態でも上記圧電薄膜材料 と異なる材料で各圧電薄膜を形成してもよく、上記基板 材料と異なる材料の基板を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

子部68が形成されている。

【図1】従来の圧電薄膜共振子の構造を示す断面図であ

【図2】弾性定数の温度特性を改善した従来の別な圧電 薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態による圧電薄膜共振子 の構造を示す断面図である。

【図4】(a)~(d)は同上の圧電薄膜共振子の製造 工程を説明する概略図である。

【図5】 (e) ~ (h) は、図4 (a) ~ (d) の続図

【図6】本発明の第2の実施形態による圧電薄膜共振子 の構造を示す断面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態による圧電薄膜共振子 の構造を示す断面図である。

【図8】本発明の第4の実施形態による圧電薄膜共振子 の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

21、41 圧電薄膜共振子

22 水晶基板

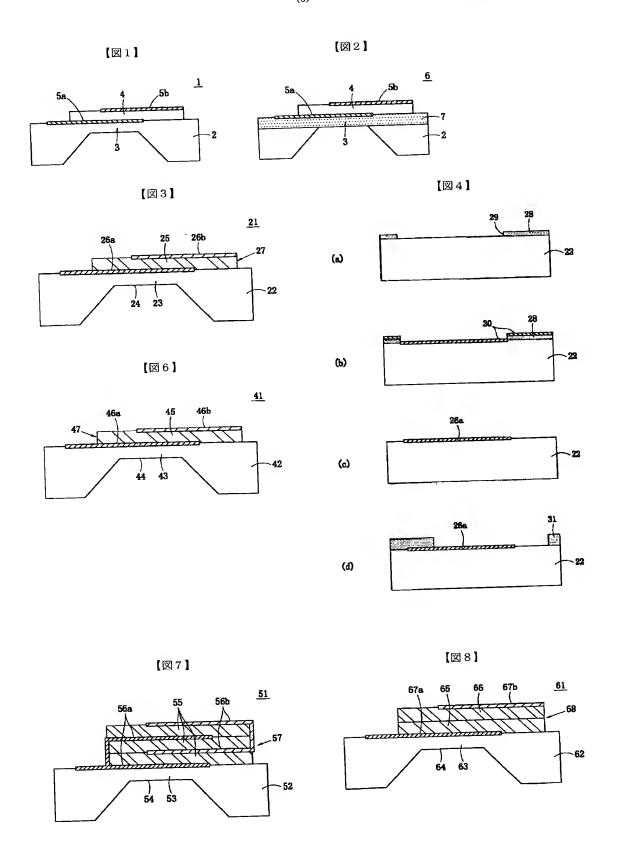
23、43 薄膜支持部

25 PZT圧電薄膜

45 A1N圧電薄膜

26a、26b、46a、46b 励振用電極

27、47 圧電素子部



(e) 25 25 25 25 27 (h) 24 23 22

フロントページの続き

(72)発明者 竹内 雅樹

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J108 AA04 BB04 BB07 CC04 CC11 EE03